

51

Int. Cl. 2:

F 02 B 29/08

19 BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES



PATENTAMT

DE 28 09 473 A 1

11

Offenlegungsschrift 28 09 473

21

Aktenzeichen:

P 28 09 473.7-13

22

Anmeldetag:

4. 3. 78

43

Offenlegungstag:

14. 9. 78

30

Unionspriorität:

32 33 31

7. 3. 77 Frankreich 7706614

14. 2. 78. Frankreich 7804140

54

Bezeichnung:

Verfahren und Vorrichtung zur Verbesserung des Wirkungsgrades einer Brennkraftmaschine

71

Anmelder:

Societe d'Etudes de Machines Thermiques S.E.M.T.,
Saint-Denis (Frankreich)

74

Vertreter:

Schaefer, H., Dipl.-Ing.; Schaefer, K., Dipl.-Phys.; Pat.-Anwälte,
2000 Hamburg

72

Erfinder:

Curtil, Remi, Eaubonne (Frankreich)

Prüfungsantrag gem. § 28 b PatG ist gestellt

DE 28 09 473 A 1

PATENTANSPRÜCHE

1. - Verfahren zur Verbesserung des Wirkungsgrades einer Brennkraftmaschine, wie z. B. eines Dieselmotors, einerseits durch die wirksame Spülung der Zylinder insbesondere zu den geringen Lastbereichen oder Geschwindigkeiten des Motors und andererseits durch eine Verringerung des tatsächlichen Verdichtungsgrades, welcher dann zu einer Herabsetzung der Temperaturen insbesondere zu den höheren Lastbereichen oder Geschwindigkeiten des Motors führt, dadurch gekennzeichnet, dass es darin besteht, für jeden Zylinder und jeden Betriebszyklus während des Einlassstaktes mit Hilfe der eingelassenen Luft eine Druckluftreserve zu bilden, die dadurch komprimiert wird, dass die Schliessung des Einlassventiles über die gewöhnlichen Werte hinaus, z. B. um einen Drehwinkel der Kurbelwelle von mehr als 50° verzögert wird.
2. - Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es darin besteht, jeden Zylinder am Anfang der Spülungsphase des darauffolgend. Zyklus durch die Entspannung der vorgenannten komprimierten Luft zu spülen.
3. - Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass es darin besteht, die genannte Druckluftreserve in der Leitung zur Verbindung des Zylinders mit dem zugeordneten Einlasssammelrohr zu bilden.
4. - Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass es darin besteht, im Bereich der genannten Druckluftreserve in Richtung auf das Einlasssammelrohr hin eine abgeleitete Ausweichmöglichkeit zu schaffen, um insbesondere zu den hohen Lastbereichen oder Geschwindigkeiten des Motors den tatsächlichen Verdichtungsgrad herabzusetzen.
5. - Vorrichtung zum Einsatz des Verfahrens nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie ein Rückschlagventil 9, 111 aufweist, welches in der Einlassleitung, insbesondere entweder in dem Zylinderkopf oder in der Leitung 4 zur Verbindung des Einlasssamme-

809837/0755

ORIGINAL INSPECTED

rohres mit dem genannten Zylinderkopf angeordnet ist, wobei die genannte Gasreserve zwischen dem Einlassventil 5 und dem genannten Rückschlagventil 9, 111 begrenzt ist.

6. - Vorrichtung nach Anspruch 5, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass sie ebenfalls mindestens eine Abzweigleitung 10 umfasst, die zwischen dem Einlasssammelrohr 3 und der zugeordneten Verbindungsleitung 4 angebracht ist und an einer stromaufwärts des Rückschlagventiles 9 gelegenen Stelle in letztere mündet, wobei die genannte Abzweigleitung 10 mit einem Ventil 11, 111 mit einstellbarer Oeffnungsweite versehen ist.
7. - Vorrichtung nach Anspruch 6, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die genannte Abzweigleitung 10 mit der Einlassleitung 4 zusammenfällt, wobei das Rückschlagventil 111 mit dem Ventil 110 fest verbunden ist und einerseits aus axial gerichteten Bohrungen 113, die in dem Ventilteller 114 vorgesehen sind, sowie andererseits aus z. B. einer Membrane 115 besteht, die mit dem Ventilteller 114 fest verbunden ist und die genannten Bohrungen 113 zu verschliessen vermag.
8. - Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die Oeffnungsweite des Ventiles 11, 110 durch eine aussere Steuerung 116 in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit oder der Last des Motors eingestellt werden kann und dabei mindestens zwei jeweils Höchst- und Mindestwerte aufweist, zwischen welchen die genannte Oeffnungsweite beliebig und kontinuierlich variieren kann.
9. - Vorrichtung nach Anspruch 8, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass in der geschlossenen Stellung des Ventiles 11, 110 das Rückschlagventil 9, 111 die Durchströmung der Luftladung oder des Einlassgemisches zu dem Zylinder hin zulässt und im Gegensatz die Verdrängung des in den Zylinder schon eingelassenen Gemisches verhindert, und zwar beim Starten und zu den geringen Lastbereichen bzw. Geschwindigkeiten des Motors.
10. - Vorrichtung nach Anspruch 8, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass

das Ventil 11, 110 in seiner Öffnungsstellung einerseits die Durchströmung der Luftladung oder des Einlassgemisches zu dem Zylinder hin sowie andererseits die Verdrängung des in den Zylinder schon eingelassenen Gemisches zu den hohen Lastbereichen bzw. Geschwindigkeiten des Motors ermöglicht.

11. - Brennkraftmaschine, z. B. aufgeladene Brennkraftmaschine, dadurch gekennzeichnet, dass sie mit einem Rückschlagventil 9, 111 und mit einem Ventil 11, 110 nach einem der Ansprüche 5 bis 10 versehen ist, um den Verdichtungsgrad sowie den Nutzhubraum des Motors verändern zu können.
12. - Motor nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der tatsächliche Verdichtungsgrad und der Nutzhubraum des Motors zu den geringen Lastbereichen und Geschwindigkeiten des Motors ihre jeweiligen Höchstwerte erreichen.
13. - Motor nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der tatsächliche Verdichtungsgrad und der Nutzhubraum des Motors zu den hohen Lastbereichen und Geschwindigkeiten des Motors ihre Mindestwerte erreichen

ORIGINAL INSPECTED

PATENTANWÄLTE
DIPL. ING. H. SCHAEFER
DIPL. PHYS. K. SCHAEFER

PATENTANWÄLTE SCHAEFER, POSTFACH 70 15 42, D-2 HAMBURG 70

D-2 HAMBURG 70, ZIESENISSTR. 6
POSTFACH (P.O. BOX) 70 15 42
TELEFON (040) 6 52 96 56 / 6 52 23 23
TELEGRAMMADRESSE: PATENTIWE

DATUM:

UNSER ZEICHEN:

HR ZEICHEN:

2. März 1978
2809473

4

SOCIETE D'ETUDES DE MACHINES THERMIQUES S.E.M.T.

2, Quai de Seine

93202 SAINT DENIS, Frankreich

"Verfahren und Vorrichtung zur Verbesserung des Wirkungsgrades einer Brennkraftmaschine".

Die vorliegende Erfindung betrifft im wesentlichen ein Verfahren und eine Vorrichtung einerseits zur einwandfreien Spülung der Zylinder insbesondere bei den geringen Lastbereichen und/oder Geschwindigkeiten und andererseits zur Verringerung des tatsächlichen Verdichtungsgrades, welche insbesondere bei hohen Lastbereichen und/oder Geschwindigkeiten eine Herabsetzung der Temperatur hervorruft, ohne dabei den Wirkungsgrad sowie die günstigen Eigenschaften beim Anfahren des Motors zu beeinträchtigen.

Zur Erzielung eines besseren Wirkungsgrades in einem Motor, insbesondere in einem vorverdichteten Motor müssen, in an sich bekannter Weise, die Zylinder einwandfrei gespült werden, so dass die in jedem Zylinder eingelassene Luftmasse erhöht wird und dass insbesondere die Auspuffventile besser abgekühlt werden.

Es kann jedoch insbesondere beim Starten oder zu den Teillastbereichen (geringe Last und Leerlauf des Motors) vorkommen, dass der Einlassdruck

809837/0755

im Verhältnis zu dem Auslassdruck unzureichend ist und die einwandfreie Spulung der Zylinder nicht ermöglicht. Man kann z. B. in den ungünstigsten Fällen über einen Auslassdruck von $1,8 \text{ kg/cm}^2$ und einen Einlassdruck von etwa 1 kg/cm^2 verfügen. Da man im allgemeinen eine Verzögerung der Schliessung des Auslassventiles und eine Voreilung der Oeffnung des Einlassventiles in Kauf nehmen soll, entsteht unvermeidlich eine Verbindung zwischen dem Einlasssammelrohr und dem Auslasssammelrohr, solange das Auslassventil nicht geschlossen ist. Während dieser Zeit, sofern der Auspuffdruck grösser als der Einlassdruck ist, können die Zylinder nicht einwandfrei gespult werden und es findet im Gegensatz eine sehr ungünstige Gegenspülung statt. Daneben, wenn der Druckunterschied höchstens ungünstig ist ($0,8 \text{ kg/cm}^2$) muss die Turbine eines jeden Turbokompressors entkuppelt werden und demzufolge der Kompressor mechanisch angetrieben werden, um eine übermässige Gegenspülung der Zylinder zu vermeiden. Dieser Vorgang ist besonders aufwendig und ruft eine unannehmbare Erhöhung (etwa 30 %) des Verbrauches hervor.

Um diese Nachteile zu beheben, kann man die Ueberlagerung zwischen der Oeffnungszeit der Einlassventile und der Schliesszeit der Auspuffventile verringern oder sogar beheben, um das Risiko einer Gegenspülung bzw. eingegengesetzten Spülung der Zylinder zu vermeiden, aber leider bewirkt diese Massnahme keine Spülung der Zylinder, so dass die Leistung des Motors verringert wird und die Auspuffventile nicht abgekühlt werden.

Der Zweck der vorliegenden Erfindung besteht hauptsächlich darin, die Gefahr einer Gegenspülung der Zylinder vorzugsweise zu den Teillastbereichen oder geringeren Geschwindigkeiten des Motors auszuschliessen und dabei die einwandfreie Spülung der Zylinder zu ermöglichen, ohne dass der Motor zu den geringen Lastbereichen aufgeladen werden muss. So wird in dem vorgenannten ungünstigsten Fall der mechanische Antrieb des Kompressors des Turbo-geblases überflüssig.

Ein weiterer wesentlicher Zweck der vorliegenden Erfindung besteht darin, einen veränderbaren tatsächlichen Verdichtungsgrad sowie einen

veränderbaren Hubraum zu erzielen, um insbesondere Motoren mit hohen Verdichtungsgraden, die normalerweise wegen der zu hohen Höchstverbrennungsdrücke nicht vorverdichtet werden können, doch aufladen zu können oder den Vorverdichtungsgrad von schon aufgeladenen Motoren in hohem Masse zu erhöhen, indem dabei die nachteiligen Merkmale dieser Motoren bei der Anfahrt oder zu den Teillastbereichen verhindert werden.

Das erfindungsgemässe Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass es darin besteht, während der Einlassphase mit der eingelassenen Luft eine Gasreserve zu bilden und letztere in der Weise zu komprimieren, dass die Schliessung des Einlassventiles wesentlich über die gewöhnlichen Werte hinaus, z. B. um einen Drehungswinkel von mehr als 50° der Kurbelwelle verzögert wird.

Gemäss einem anderen Merkmal der vorliegenden Erfindung besteht dieses Verfahren darin, für jeden Zylinder und im Laufe eines jeden Zyklus vor der Auspuffphase eine Druckluftreserve zu bilden und den jeweiligen Zylinder durch die Entspannung dieser komprimierten Luft am Anfang der Spulungsphase des darauffolgenden Zyklus zu spülen.

Gemäss noch einem Merkmal der vorliegenden Erfindung besteht das Verfahren darin, jede Druckluftreserve in der entsprechenden Einlassleitung zu bilden.

Ein wesentlicher Zweck der vorliegenden Erfindung besteht darin, am Ende des Verdichtungsaktes, vorzugsweise zu den hohen Lastbereichen und/oder Geschwindigkeiten, die Temperatur dadurch herabzusetzen, dass der tatsächliche Verdichtungsgrad verringert wird. Zu diesem Zweck ist das erfindungsgemässe Verfahren dadurch gekennzeichnet, dass man im Bereich der Druckluftreserve mindestens eine Luftausweichmöglichkeit bzw. Luftableitung in Richtung auf das Einlasssammelrohr hin schafft.

Die vorliegende Erfindung schlägt ebenfalls eine Vorrichtung zum Einsatz dieses Verfahrens vor, die dadurch gekennzeichnet ist, dass sie ein

2809473

4

in der Einlassleitung angeordnetes Rückschlagventil aufweist, welches entweder in dem Zylinderkopf oder in der Leitung zur Verbindung des Einlasssammelrohres mit dem Zylinderkopf vorgesehen ist, wobei der Raum zur Aufnahme der vorgenannten Luftreserve zwischen dem Einlassventil und dem Rückschlagventil begrenzt ist.

Gemäss einem anderen Merkmal der vorliegenden Erfindung umfasst diese Vorrichtung in einer ersten Ausführungsart eine abgeleitete Leitung, die zwischen dem Einlasssammelrohr und der zugeordneten Verbindungsleitung angeordnet ist und an einer dem Rückschlagventil nachgeordneten Stelle in die genannte Verbindungsleitung mündet, wobei die genannte Abzweigleitung ein Ventil mit einstellbarer Oeffnungsweite umfasst.

Gemäss einer zweiten Ausführungsart der vorliegenden Erfindung, die die vorgenannte Abzweigleitung überflüssig macht und demzufolge die genannte Vorrichtung wesentlich vereinfacht, ist das Rückschlagventil mit dem vorgenannten Ventil fest verbunden und besteht aus axial gerichteten Bohrungen, die in dem Ventilteller vorgesehen sind, sowie z. B. aus einer Membrane, die mit dem Ventilteller fest verbunden ist und die Bohrungen verschliessen kann.

Gemäss einem anderen Merkmal der vorliegenden Erfindung kann die Oeffnungsweite des vorgenannten Ventiles in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit und/oder von dem Lastbereich des Motors über eine aussere Steuerung eingestellt werden und weist mindestens zwei Grenzwerte (Mindestwert und Höchstwert) auf, wobei diese Oeffnungsweite zwischen beiden Grenzwerten kontinuierlich und beliebig variieren kann.

Gemäss einem anderen Merkmal der erfindungsgemässen Vorrichtung ermöglicht das Rückschlagventil den Durchfluss der Luftladung oder des Einlassgemisches zu dem Zylinder hin, wenn das Ventil geschlossen ist, wobei es die Verdrängung des in den Zylinder schon eingelassenen Gemisches verhindert, und zwar sowohl beim Start als auch zu den geringen Lastbereichen bzw. niedrigen Geschwindigkeiten.

BAD ORIGINAL

809837/0755

ANNEX 045

Gemäss noch einem Merkmal der vorliegenden Erfindung ermöglicht das offene Ventil einerseits die Durchströmung der Luftladung oder des Einlassgemisches zu dem Zylinder hin sowie andererseits die Verdrängung des in den Zylinder schon eingelassenen Gemisches, und zwar zu den hohen Lastbereichen und/oder Geschwindigkeiten des Motors.

Weitere Merkmale der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung, in welcher anhand der beigefügten Zeichnungen verschiedene nicht einschränkende Ausführungsbeispiele der Erfindung erläutert werden.

In den Zeichnungen zeigen :

- Figuren 1 bis 4 schematisch einen Zylinder einer Brennkraftmaschine mit einer erfindungsgemässen Vorrichtung gemäss einer ersten Ausführungsart, wobei die jeweiligen Figuren die verschiedenen Stufen des erfindungsgemässen Verfahrens beim Starten und zu den geringen Lastbereichen und/oder Geschwindigkeiten erläutern ;

- Figuren 5 und 6 schematische Darstellungen zur Erläuterung des Verfahrens zu den hohen Lastbereichen bzw. Geschwindigkeiten des Motors ;

- Figur 7 eine graphische Darstellung mit logarithmischen Koordinaten zur Erläuterung der verschiedenen Zyklen des Motors bei hohen Lastbereichen bzw. Geschwindigkeiten, wobei zum Vergleichzwecke der mit der Erfindung erzielbare Zyklus ebenfalls dargestellt ist ;

- Figur 8 eine graphische Darstellung mit logarithmischem Massstab der Verdichtungs temperaturkurven ($^{\circ}\text{K}$) der verschiedenen Zyklen des Motors der Figur 7 in Abhängigkeit von dem Drehungswinkel der Kurbelwelle ($^{\circ}\text{AM}$) ;

- Figur 9 eine schematische Darstellung eines Zylinders eines Motors, welcher mit einer erfindungsgemässen Vorrichtung nach einer zweiten Ausführungsart versehen ist ;

- Figuren 10 bis 13 die zweite Ausführungsart des Rückschlagventiles sowie des entsprechenden Ventiles in vier verschiedenen Stellungen, die jeweil einem Betriebszustand des Motors entsprechen ;

- Figur 14 eine graphische Darstellung mit logarithmischen Koordinaten der Verdichtungskurven in Abhängigkeit von dem Volumen, und zwar für verschiedene Motoren, unter welchen nur einer mit einer erfindungsgemassen Vorrichtung ausgerüstet ist ;

- Figur 15 in einer graphischen Darstellung im Falle eines aufgeladener Motores das Druckverhältnis des Verdichters in Abhängigkeit von der Motorleistung, und zwar für einen herkömmlichen Motor und eine mit einer erfindungsgemassen Vorrichtung ausgerüstete Brennkraftmaschine ; und

- Figur 16 in einer graphischen Darstellung die verschiedenen Drehmomentkennlinien oder Kurven des mittleren tatsächlichen Druckes in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit des Motors, insbesondere im Falle eines höchstaufgeladenen grossen Dieselmotores.

Man wird sich auf die Figur 1 beziehen, in welcher der Zylinder 1 eines Motores mit dem zugehörigen Kolben 2, das Einlasssammelrohr 3 mit der Leitung 4 zur Verbindung desselben mit dem Zylinderkopf, das Einlassventil 5, das Auspuffsammelrohr 6 mit der Leitung 7 zum Anschluss desselben an den Zylinderkopf sowie das Auspuffventil 8 schematisch dargestellt sind.

Gemäss einer ersten Ausführungsart umfasst die erfindungsgemasse Vorrichtung folgende Elemente :

- Ein Rückschlagventil 9, welches in der Einlassleitung, z. B. in der Verbindungsleitung 4 angeordnet ist. Dieses Rückschlagventil 9 ist so angeordnet, dass es zwischen dem Einlasssammelrohr und dem Zylinder eine Verbindung in einer einzigen Richtung herstellt, und zwar von dem Sammelrohr zu dem entsprechenden Zylinder hin.

- Mindestens eine Abzweigung 10 mit im wesentlichen dem gleichen Durchmesser wie die Anschlussleitung 4, welche das Einlasssammelrohr 3 mit der Anschlussleitung 4 an einer stromabwärts des Rückschlagventiles 9 vorgesehenen Stelle (der Zufuhr der Einlassluft entsprechend) verbindet. Diese Abzweigung 10 enthält ein Ventil 11 mit einstellbarer Oeffnungsweite, die z. B. in Abhängigkeit von dem Vorverdichtungsdruck gesteuert wird.

Bevor man in Einzelheit das erfindungsgemasse Verfahren erläutert, wird man sich auf Figur 7 beziehen, in welcher für hohe Lastbereiche und/oder Geschwindigkeiten mit gestrichelten Linien ein herkömmlicher Dieselzyklus, mit Strichpunktlinien ein unter der Bezeichnung von "Miller"-Zyklus bekannter Zyklus für Gasmotoren und schliesslich ^{voll ausgezogen} ~~mit starken Zügen~~ ein erfindungsgemasser Dieselzyklus graphisch dargestellt sind.

Der sogenannte Miller-Zyklus, der für Gasmotoren entwickelt worden ist, kennzeichnet sich durch eine Voreilung der Schliessung des Einlassventiles, welche je nach der Last des Motors dadurch variieren kann, dass der Zeitpunkt der Schliessung des Einlassventiles von dem Vorverdichtungsdruck oder von dem Ladungswert des Motors abhängig gemacht wird. Je höher dieser Druck ist, desto grösser ist die Voreilung des Schliesszeitpunktes des genannten Ventiles, wobei dieser Zeitpunkt höchstens 60° vor dem unteren Totpunkt des Kolbens liegt.

In dem dargestellten Ausführungsbeispiel, wobei es sich um einen hohen Lastbereich handelt, ist der Zeitpunkt der Schliessung des Einlassventils durch den Punkt A angedeutet. Da das Einlassventil vor dem unteren Totpunkt (PMB) des Kolbens geschlossen ist, erfolgt während des letzten Teiles des Absenkhubes des Kolbens (Teil AB des Miller-Zyklus) eine Entspannung der eingelassenen Luft, die in dem Zylinder enthalten ist.

Diese Entspannung, die auf eine Vergrösserung des Rauminhaltes für eine gleichwertige eingelassene Gasmasse zurückzuführen ist, ist insbesondere dadurch vorteilhaft, dass am Ende des Verdichtungsaktes im Vergleich zu einem herkömmlichen Motor die Temperatur der Gase verringert wird. Diese

Merkmal ergibt sich aus der Figur 8, in welcher die Verdichtungstemperaturkurven der drei in Frage kommenden Zyklen dargestellt sind; dabei zeigen jeweils die Kurve D_1 (mit gestrichelter Linie) die Verdichtungstemperaturen eines herkömmlichen Dieselzyklus, die Kurve D_2 (mit strichpunktierter Linie) die Verdichtungskurven des Miller-Zyklus und die Kurve D_3 (mit einem starken Zug) die Verdichtungstemperaturen eines erfindungsgemässen Zyklus.

Gleichzeitig zu dieser Voreilung der Schliesszeit des Einlassventiles vor dem unteren Totpunkt des Kolbens muss man jedoch über eine bestimmte Vergrösserung des Aufladedruckes verfügen. Dies ergibt eine Einlasskurve (a'), die oberhalb der Einlasskurve (a) eines herkömmlichen Motors verläuft.

Zu den geringen Lastbereichen verringert man in dem Miller-Zyklus die Voreilung des Schliesszeitpunktes des Einlasses, um den gesamten Verdichtungshub ausnutzen zu können, während man zu den hohen Lastbereichen einen verringerten tatsächlichen Verdichtungshub hat, so dass der Zeitpunkt der Schliessung des Einlassventiles von dem Wert der Last zwangsweise abhängig gemacht werden soll.

Die Figur 7 zeigt ebenfalls für hohe Lastbereiche den mit der Erfindung erzielbaren Motorzyklus (mit starken Zügen), die Verdichtungs- und Entspannungsphasen, die jenen des herkömmlichen Zyklus im wesentlichen entsprechen, und den Auspufftakt (e'), der jenem des Miller-Zyklus im wesentlichen entspricht.

Gemäss der vorliegenden Erfindung ist man bestrebt, die Vorteile des Miller-Zyklus zu behalten und dabei die einwandfreie Spülung der Zylinder insbesondere zu den niedrigen Lastbereichen bzw. Geschwindigkeiten zu erreichen.

Bezugnehmend auf Figur 7 kann man feststellen, dass der Unterschied zwischen dem Miller-Zyklus und dem erfindungsgemässen Zyklus hauptsächlich darin besteht, dass das Einlassventil nach dem unteren Totpunkt des Kolbens (Punkt A4 auf der Kurve, der im Bezug auf den unteren Totpunkt gegenüber

dem Punkt A des Miller-Zyklus im wesentlichen symmetrisch angeordnet ist) geschlossen wird. Das heisst, dass anstatt einer Voreilung der Schliessung des Einlasses eine Verzögerung bzw. Nacheilung des Schliesszeitpunktes stattfindet.

Wenn unter diesen Bedingungen die Abzwegleitung geöffnet ist, werden ebenfalls im Vergleich zu einem herkömmlichen Dieselzyklus mit kürzerem Verdichtungstakt am Ende dieses Taktes jeweils der Einlassinhaltsvermögen verringert und die Temperatur der Gase herabgesetzt. Insbesondere zu den geringen Lastbereichen oder Geschwindigkeiten, wenn die Abzwegleitung geschlossen ist, wird wie in dem Falle des Miller-Zyklus, der gesamte Verdichtungshub ausgenutzt, und zwar mit zusätzlicher sicherer Behebung der sonst möglichen Gegenspulungserscheinungen. So wird die wirksame Spulung der Zylinder erzielt, wie das insbesondere in Bezug auf Figuren 1 bis 6 festgestellt werden kann.

Die Figur 1 zeigt den Zylinder 1 während des Einlasstaktes, wobei das Einlassventil 5 geöffnet und das Auspuffventil 8 geschlossen sind. In der Annahme, dass der Motor mit geringem Lastbereich bzw. geringer Geschwindigkeit betrieben wird, befindet sich dann das Ventil 11 in Schliessstellung, d. h., dass die Einlassluft durch die Verbindungsleitung 4 hindurch wie gewöhnlich, in den Zylinder hinein frei fliessen kann.

In Figur 2 ist eine Stellung des Kolbens während dessen Aufwärtsbewegung jedoch vor dem Zeitpunkt der Schliessung des Einlassventiles gezeigt. Unter diesen Bedingungen neigt die eingelassene Luft dazu, in Richtung auf das Einlassammelrohr 3 verdrängt zu werden, wobei diese Verdrängung durch das Rückschlagventil 9 verhindert wird.

In Figur 3 ist die Stellung des Kolbens 2 zu dem Zeitpunkt der Schliessung des Einlassventiles dargestellt, wobei dieser Zeitpunkt einer Nacheilung des Schliesszeitpunktes von z. B. mehr als 50° im wesentlichen entspricht. Während des Hubes (x) des Kolbens 2 zwischen den in Figuren 1 und 3 dargestellten Stellungen ist eine bestimmte Menge der eingelassenen Luft in der Verbindungs-

leitung 4 zurückgehalten bzw. gefangen, welche von dem Kolben 2 während dessen Hubes zwischen seinem unteren Totpunkt und dem Punkt, den er bei der Schliessung des Einlassventiles erreicht hat, komprimiert wird.

In Figur 4 befindet sich der Kolben 2 in unmittelbarer Nähe seines oberen Totpunktes (PMH) etwa am Ende des Auspufftaktes, wobei die jeweiligen Verdichtungs- und Entspannungstakte in an sich bekannter Weise vor sich gehen. Da die Schliessung des Auspuffventiles 8 verzögert ist und die Oeffnung des Einlassventiles 5 vorgeschoben wird, gibt es eine Zeitspanne, während welcher beide Ventile gleichzeitig geöffnet sind. Demzufolge entspannt sich das in der Verbindungsleitung 4 zurückgehaltene Gas, welches dann den Zylinder spült. Dadurch werden die restlichen heissen Auspuffgase herausgespült und das Auspuffventil abgekühlt. Danach wiederholt sich in ähnlicher Weise der vorbeschriebene Zyklus.

Wenn der Motor mit hohen Lasten oder Geschwindigkeiten betrieben wird, spielt die Abzweigleitung 10 eine bedeutende Rolle. Zur Begrenzung der Temperatur am Ende des Verdichtungstaktes, wie in dem Miller-System, muss über die genannte Abzweigleitung 10 eine Ausweichmöglichkeit bestehen.

In Figur 5 weist der Kolben eine der Figur 1 ähnliche Stellung auf, und in diesem Fall dringt die Einlassluft in den Zylinder gleichzeitig durch die Verbindungsleitung 4 und durch die Abzweigleitung 10 ein.

In Figur 6 entspricht die Stellung des Kolbens während seiner steigenden Hubbewegung, bevor das Einlassventil sich schliesst, jener der Figur 2 und in diesem Fall findet eine Verdrängung der eingelassenen Luft statt, ohne dass dabei eine Druckluftreserve gebildet wird.

Man hat bis jetzt hauptsächlich die Funktion der erfindungsgemässen Vorrichtung unter den extremen Bedingungen, die jeweils den geringen Lasten bzw. Geschwindigkeiten (Ventil 11 geschlossen) und den höheren Lasten bzw. Geschwindigkeiten (Ventil 11 geöffnet) entsprechen, wobei selbstverständlich bei den Zwischenlasten das Ventil 11 mehr oder weniger geöffnet ist, so dass

der Druck im Inneren der Verbindungsleitung 4 eingestellt werden kann.

Wie es die Figur 7 auch zeigt, hat das Teil B'A' des erfindungsgemässer Zyklus, der bei hohen Lasten bzw. Geschwindigkeiten dem Hub des Kolbens zwischen dem unteren Totpunkt und dem Schliesszeitpunkt des Einlassventiles entspricht, etwa die Form einer Stufe bzw. eines Absatzes und entspricht den durch die Verzögerung der Schliessung des Einlassventiles hervorgerufenen Effekten, wobei die Einwirkung des Rückschlagventiles durch die Ausweichmöglichkeit der offenen Abzwegleitung annulliert ist.

Durch die in der Leitung zum Anschluss an das Einlasssammelrohr gebildete Gasreserve am Ende des Einlasstaktes kann daher der Zylinder insbesondere zu den geringen Lasten bzw. Geschwindigkeiten aufgrund der Entspannung dieses komprimierten Gases am Anfang der Spulungsphase des darauffolgenden Zyklus gespult werden, wobei dank der Abzwegleitung die Vorteile des Miller-Zyklus beibehalten sind, d. h., dass man eine geringere Temperatur der Auspuffgase am Ende des Verdichtungstaktes, insbesondere bei hohen Lasten bzw. Geschwindigkeiten feststellen wird.

In dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist das Rückschlagventil 9 in unmittelbarer Nähe der Verbindungsstelle der Leitung 4 mit dem Einlasssammelrohr angeordnet. Dieses Rückschlagventil kann selbstverständlich dem Einlassventil mehr oder weniger nahe angeordnet werden, so dass das Volumen der Gasreserve konstruktionsmässig auf einen beliebigen Wert eingestellt werden kann. Man möchte jedoch bemerken, dass in jeder Stellung dieses Rückschlagventiles die befürchtete Gegenspülung insbesondere zu den geringen Lasten oder Geschwindigkeiten einwandfrei ausgeschlossen ist.

Die Figur 9 zeigt schematisch eine zweite Ausführungsart der erfindungsgemässen Vorrichtung mit einem System 109, welches in der Einlassleitung, z. B. in der Verbindungsleitung 4 angeordnet ist, wobei letzteres gleichzeitig die Funktion des Rückschlagventiles und des Ventiles der ersten Ausführungsart der vorliegenden Erfindung übernimmt.

Wie es insbesondere die Figuren 10 bis 13 ansehen lassen, besteht dieses System 109 aus einem Ventil 110 und einem Rückschlagventil 111. Das Ventil 110 ist gleichlaufend zu der Strömungsrichtung des eingelassenen Gemisches angeordnet, wobei der Ventilteller auf den Zylinder hin und die Ventilstange auf das Auspuffsammelrohr hin jeweils gerichtet sind. Das Ventil 110 wirkt mit einem Sitz 112 in der Weise zusammen, dass dieses Ventil sich in eine Richtung öffnet, die gegenüber der Strömungsrichtung des eingelassenen Gemisches entgegengesetzt ist. Das Rückschlagventil 111 besteht einerseits aus axial gerichteten Bohrungen 113, die den Ventilteller 114 durchsetzen, und andererseits aus zum Beispiel einer Membrane 115, die mit dem Ventilteller 114 fest verbunden ist und die Bohrungen 113 verschliessen kann.

Der Öffnungsgrad des Ventiles 110 wird mit Hilfe einer äusseren Steuerung 116 bestimmt, die z. B. mit der Stange des Ventiles 110 verbunden ist, wobei letztere zu diesem Zweck die Verbindungsleitung 4 im Bereich eines Bogens derselben dicht durchsetzt. Diese Anordnung gilt ebenfalls für das Ventil der vorbeschriebenen Ausführungsart.

Die Arbeitsweise dieser abgewandelten Form der erfindungsgemässen Vorrichtung beruht auf dem gleichen Prinzip wie die erste vorgenannte Ausführungsform der Erfindung.

Beim Anlassen des Motors oder zu geringen Lastbereichen bzw. Geschwindigkeiten, befindet sich das Ventil 110 in der Schliessstellung, so dass es an seinem Sitz 112 anliegt. Während des Einlasstaktes ist daher das Rückschlagventil 111 geöffnet, so dass die Strömung des Gemisches zu dem Zylinder hin durch die Verbindungsleitung 4 und die axial gerichteten Bohrungen 113 hindurch möglich ist, wobei unter der Wirkung der durch die Abwärtsbewegung des Kolbens hervorgerufenen Ansaugung die Membrane 115 ^{von} ~~gegenüber~~ den genannten Bohrungen ferngehalten ist (Figur 10). Das in dem Zylinder zurückgehaltene Gemisch kann durch die ^{aus} Presswirkung der Verbindungsleitung 4 nur teilweise entweichen, da während des Verdichtungstaktes, dieses Gemisch auf die Membrane 115 eine Kraft ausübt, die die Membrane an den Ventilteller

anlegt, welche dabei die Bohrungen 113 verschliesst, wobei diese Kraft keinen Einfluss auf die eigentliche Oeffnung des Ventiles 110 ausübt, welche, wie schon erwähnt, in der Schliessstellung durch eine äussere Steuerung gehalten ist. Das Rückschlagventil 111 verhindert dann die Verdrängung des komprimierten Gemisches über die Verbindungsleitung 4 hinaus in Richtung auf das Einlassammelrohr 3 (Figur 11).

Zu den höheren Lastbereichen oder Geschwindigkeiten des Motors ist das Ventil 110 im Gegensatz mit Hilfe der Steuerung 116 mehr oder weniger geöffnet, so dass einerseits während des Einlasstaktes die Füllung des Zylinders (Figur 12) und andererseits am Anfang des Verdichtungstaktes die Entweichung eines Teiles des komprimierten Gemisches (Figur 13) erfolgen können. Wenn das Ventil 110 geöffnet ist, spielt das Rückschlagventil 111 praktische keine Rolle mehr.

Der gewöhnliche Betriebszustand des Motors entspricht in der Tat einer Stellung, in welcher das Ventil 110 beinahe vollkommen geöffnet ist, und man möchte hier bemerken, dass das Rückschlagventil demzufolge nur sehr selten tätig ist, so dass seine Lebensdauer entsprechend verlängert wird.

Die erfindungsgemässe Vorrichtung ermöglicht in beiden Ausführungsformen den einfachen Einsatz des erfindungsgemässen Verfahrens, welches darin besteht :

- eine Reserve von komprimiertem Gas zwischen dem Einlassventil 5 und dem System 109 vorzugsweise zu den geringen Lastbereichen oder Geschwindigkeiten des Motors zu bilden, wobei diese Reserve dann zur Spülung des Zylinders am Anfang der Spülungsphase des darauffolgenden Zyklus eingesetzt wird, indem das Ventil 110 praktisch geschlossen ist ; und

- den tatsächlichen Verdichtungsgrad insbesondere zu den hohen Lastbereichen oder Geschwindigkeiten zu verringern, wobei das Ventil 110 dann mehr oder weniger geöffnet ist.

Mit einer derartigen Vorrichtung können bezüglich des tatsächlichen Verdichtungsgrades und des nützlichen Hubraumes eines Motors zahlreiche Vorteile erzielt werden.

In der Figur 14 sind die Verdichtungskennlinien von verschiedenen Motoren dargestellt, und zwar :

- das Diagramm A (mit einem dünnen durchgehenden Zug) die Verdichtungskennlinie eines herkömmlichen Motors ;

- das Diagramm B (mit dünner gestrichelter Linie) die Verdichtungskennlinie eines Motors mit niedrigem Verdichtungsgrad, z. B. im Falle eines grossen Dieselmotors mit einem Verdichtungsgrad, welches weniger als 10 beträgt ; und

- die Diagramme C1 bis C4 die Verdichtungskennlinien für einen mit einer erfindungsgemässen Vorrichtung ausgerüsteten Motor : das Diagramm C1 (starker gestrichelter Linie) entspricht der Volumen-Druck-Kurve in dem Zylinder beim Starten des Motors, wenn das Ventil 110 geschlossen ist ; das Diagramm C2 (mit einem starken kontinuierlichen Zug) stellt eine optimisierte Volumen-Druck-Kurve in dem Zylinder und in der Zylinderkopfleitung beim Starten des Motors dar, wobei das Einlassventil bei einem Drehwinkel von 100° der Kurbelwelle über den unteren Totpunkt hinaus augenblicklich geschlossen wird ; das Diagramm C3 stellt die Volumen-Druck-Kennlinie dar, wobei das Ventil 110 sich in der vollkommen offenen Stellung befindet ; und das Diagramm C4 entspricht der Volumen-Druck-Kennlinie in einer Zwischenöffnungsstellung des Ventiles 110.

Die genaue Beobachtung dieser Kurven und insbesondere der Kurven C1 und C2 zeigt, dass am Anfang des Verdichtungstaktes die Kurve C2 gegenüber der Kurve C1 gemäss einem Wert, der dem Volumen der Zylinderkopfleitung im wesentlichen entspricht, versetzt verläuft, wobei das Einlassventil 5 geöffnet ist. Im Vergleich zu den Kurven A und C1 und insbesondere am Ende des Verdichtungstaktes (in unmittelbarer Nähe des oberen Totpunktes) ist es

809837/0755

ORIGINAL INSPECTED

insbesondere von Bedeutung, dass mit einem Motor, der mit einer erfindungsgemässen Vorrichtung ausgerüstet ist, im Vergleich zu einem herkömmlichen Motor die Verdichtungsverluste (ΔP) verhältnismässig gering sind, wenn das Ventil 110 im wesentlichen geschlossen ist. Das heisst, dass die Vergrosserung des schädlichen Volumens durch das System 109 für den Motor nicht nachteilig ist.

Mit einer derartigen Vorrichtung kann ein Motor einen veränderbaren tatsächlichen Verdichtungsgrad aufweisen, wobei letzterer beim Starten seinen Höchstwert und bei der Nennleistung seinen Mindestwert erreicht. Da beim Starten sowie zu den geringen Lastbereichen und Geschwindigkeiten des Motors das Ventil 110 praktisch geschlossen ist, löst sich der Verdichtungstakt früher aus, d. h., dass der Verdichtungsgrad, im Vergleich zu dem Fall, bei welchem das Ventil 110 sich in der Oeffnungsstellung befindet, erhöht wird.

Ein mit einer derartigen Vorrichtung ausgerüsteter Motor vereinigt dann die Vorteile eines Motors mit niedrigem Verdichtungsgrad bei hohen Lasten bzw. Geschwindigkeiten sowie diejenigen eines herkömmlichen Motors beim Starten sowie zu den geringen Lastbereichen und Geschwindigkeiten. Die Veränderung des tatsächlichen Verdichtungsgrades kommt einem veränderbaren Hubraum, der im gleichen Sinne wie der Verdichtungsgrad variiert, gleich. In der Tat, vergrossert sich der Nutzhub des Kolbens, wenn das Rückschlagventil geschlossen ist.

Eine derartige Vorrichtung weist bestimmte Vorteile auf. Mit Hilfe dieser Vorrichtung liegen die höchsten Verbrennungsdrucke niedriger, wenn das Ventil geöffnet ist, so dass höhere Leistungen erzielt werden können, da zur Kompensierung der Verringerung des Nutzhubraumes die Drucke der Vorverdichtung herangezogen werden können. Zu den Teillastbereichen, erzielt man mit den gewöhnlichen Verdichtungsgraden einen guten Wirkungsgrad, wobei das Ventil 110 geschlossen oder nur geringfügig geöffnet ist.

Die erfindungsgemässe Vorrichtung bringt ebenfalls in einem aufgeladenen Motor einen weiteren Vorteil, der anhand der Figur 15 erläutert

809837/0755

ORIGINAL INSPECTED

2809473

wird. In Figur 15 sind die Schwankungen des gesamten Verdichtungsverhältnisses der Verdichtungsstufen in Abhängigkeit von der Leistung in einem herkömmlichen Motor (Kurve D1) und in einem mit einer erfindungsgemässen Vorrichtung ausgerüsteten Motor (Kurve D2) graphisch dargestellt. Diese graphische Darstellung zeigt auch eine Kurve D3, die die Pumpengrenze des Kompressors der Vorverdichtungsstufe andeutet und die Zeichnungsebene in zwei Bereiche teilt, wobei in dem schraffierten Bereich I der Betrieb unmöglich ist, während in dem Bereich II der Betrieb möglich ist. Die Kurven D4, D5 und D6 dieser graphischen Darstellung entsprechen jeweils Betriebspunkten mit unterschiedlicher Leistung, die für die Kurven D1 und D2 gleich sind, und zwar 25 %, 50 %, 75 %, 100 % nach der Theorie der Antriebs-schrauben.

Diese graphische Darstellung lässt einen Vorteil des veränderbaren Hubraumes erkennen, d. h., dass durch eine Verringerung der Last oder der Geschwindigkeit des Motors insbesondere gemäss der Antriebsschraubentheorie, bei Motorgeschwindigkeiten, die dadurch geringer sind, dass durch die Schliessung des Ventiles 110 der Hubraum vergrössert wird, eine stärker vom Motor verbrauchte Leistung erzielt werden kann, wobei bezugnehmend auf Figur 15, man sich von der durch die Kurve D3 begrenzten Pumpengrenze in gunstiger Weise entfernt. Demzufolge erhält man vor dem Einlass in den Motor bei mittleren Geschwindigkeiten höhere Aufladedrucke, da die der Turbine zur Verfügung gestellte Gasmenge wegen der Vergrösserung des Nutzhubraumes mit der Geschwindigkeit des Motors nur verhältnismässig gering abnimmt.

Die Figur 16 zeigt die Schwankungen der tatsächlichen mittleren Höchstdruckkurve (PME) in einem grossen vorverdichteten herkömmlichen Motor (Kurve D7) und in einem grossen mit einer erfindungsgemässen Vorrichtung ausgerüsteten Motor (Kurve D8); die Kurve D9 entspricht dann der Funktionsweise eines grossen Motors nach dem Antriebsschraubengesetz. Aus einem Vergleich dieser Kurven wird ^{klar} ~~es~~ auffallend, dass zu den Teilgeschwindigkeiten mit einer erfindungsgemässen Vorrichtung grössere Drehmomente erreicht werden können. Es wird darauf hingewiesen, dass diese Schwankungen in

809837/0755

2809473

kleineren Motoren im gleichen Sinne verlaufen.

Das System, welches aus dem Ventil 110 und dem Rückschlagventil 111 besteht, kann durch jede gleichwertige Einrichtung ersetzt werden, welche die gleichen Funktionsmerkmale aufweist. Daneben weist die Oeffnungsweite des Ventiles 110, welches durch die Steuerung 116 in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit oder der Last des Motors eingestellt wird, mindestens zwei jeweils Mindest- und Höchstwerte auf oder kann zwischen beiden vorgenannten Grenzwerten beliebig und kontinuierlich variieren.

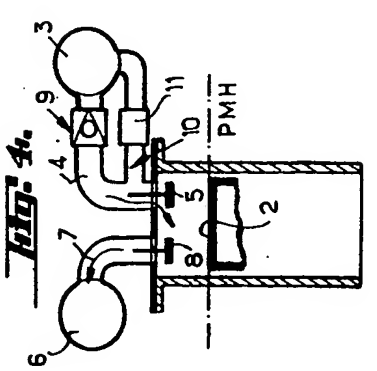
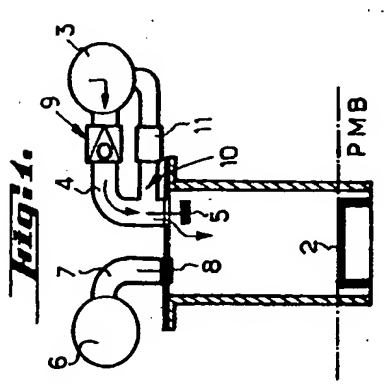
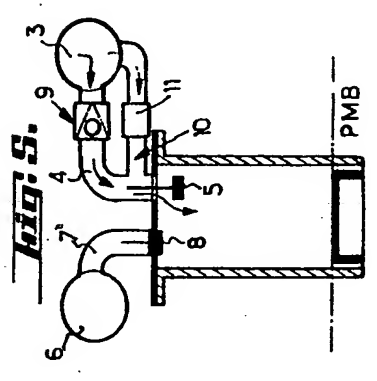
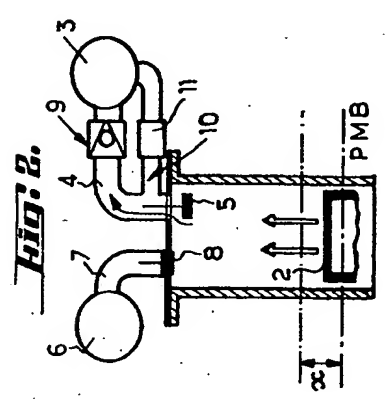
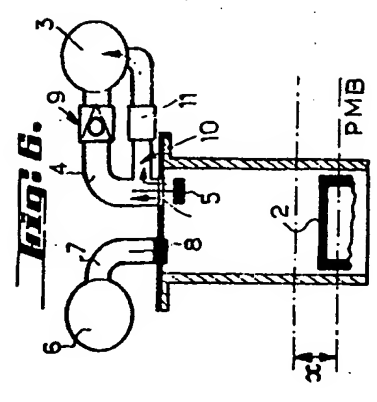
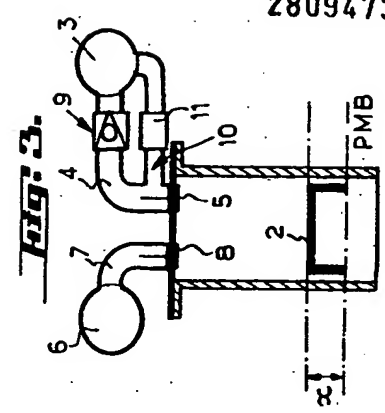
Unter Anwendung aller vorgenannten Merkmale kann man einen Turbo-kompressor-Motor entwickeln, in welchem der Motor den natürlichen Eigenschaften des Turbogeblases besser angepaßt ist.

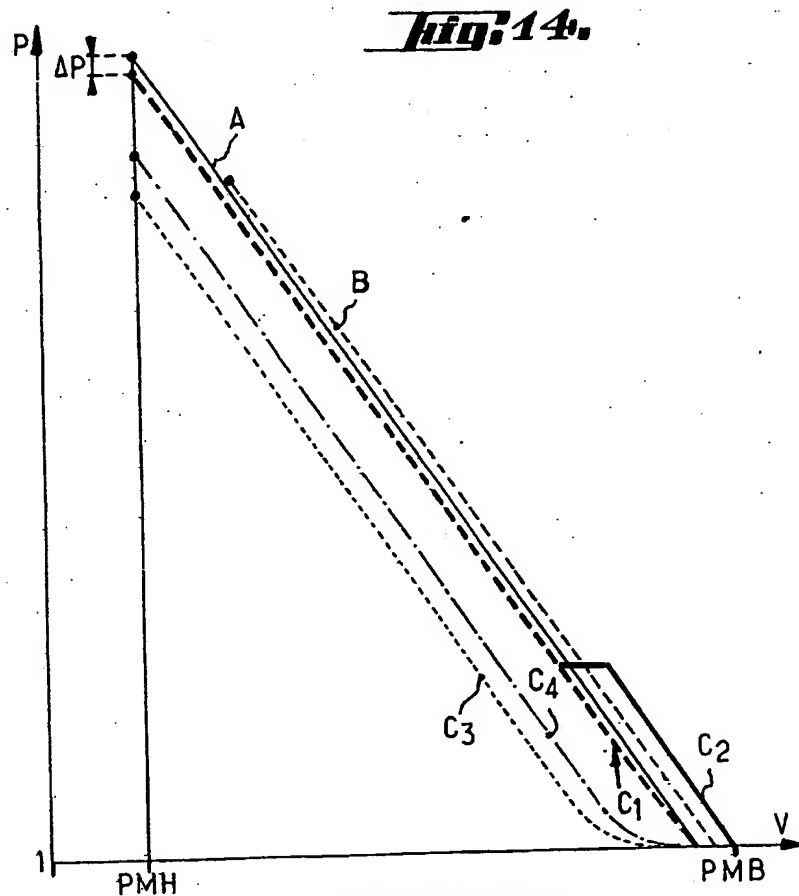
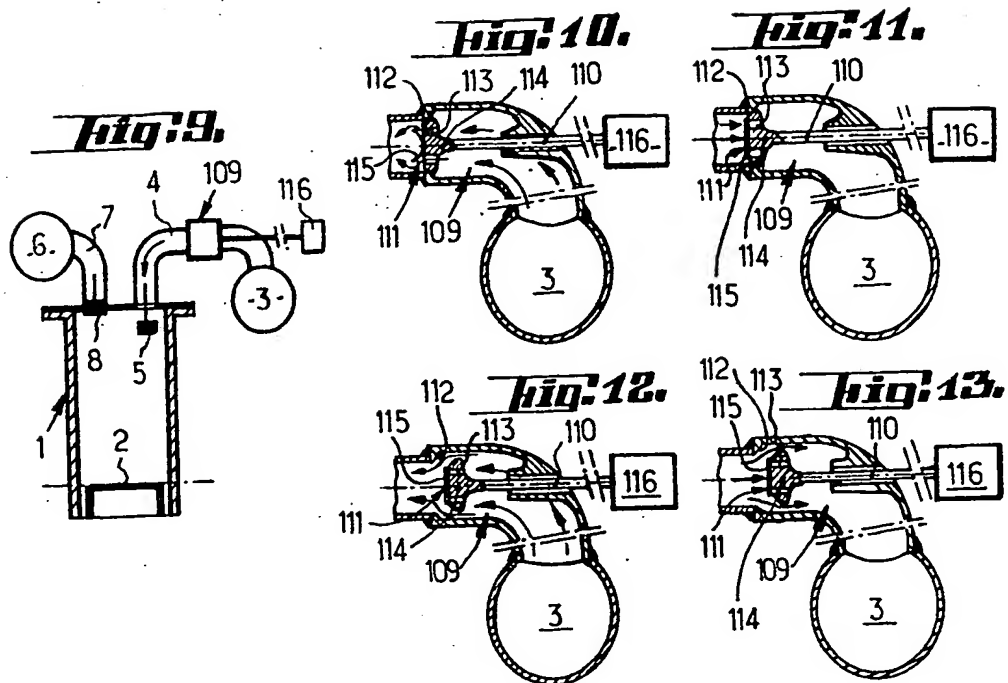
Ein anderer Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht in einer Verbesserung der Beschleunigungsfähigkeit oder der schnellen Lastaufnahmen in den stark aufgeladenen Motoren, da die Möglichkeit besteht, den Zylinder zu spülen, wenn das Ventil geschlossen ist, auch wenn der Druck der Aufladeluft geringer als der Druck am Ausgang des Zylinders ist. Diese Erscheinung kommt am Anfang der vorübergehenden Beschleunigungsphase bzw. der schnellen Lastaufnahme ziemlich oft vor.

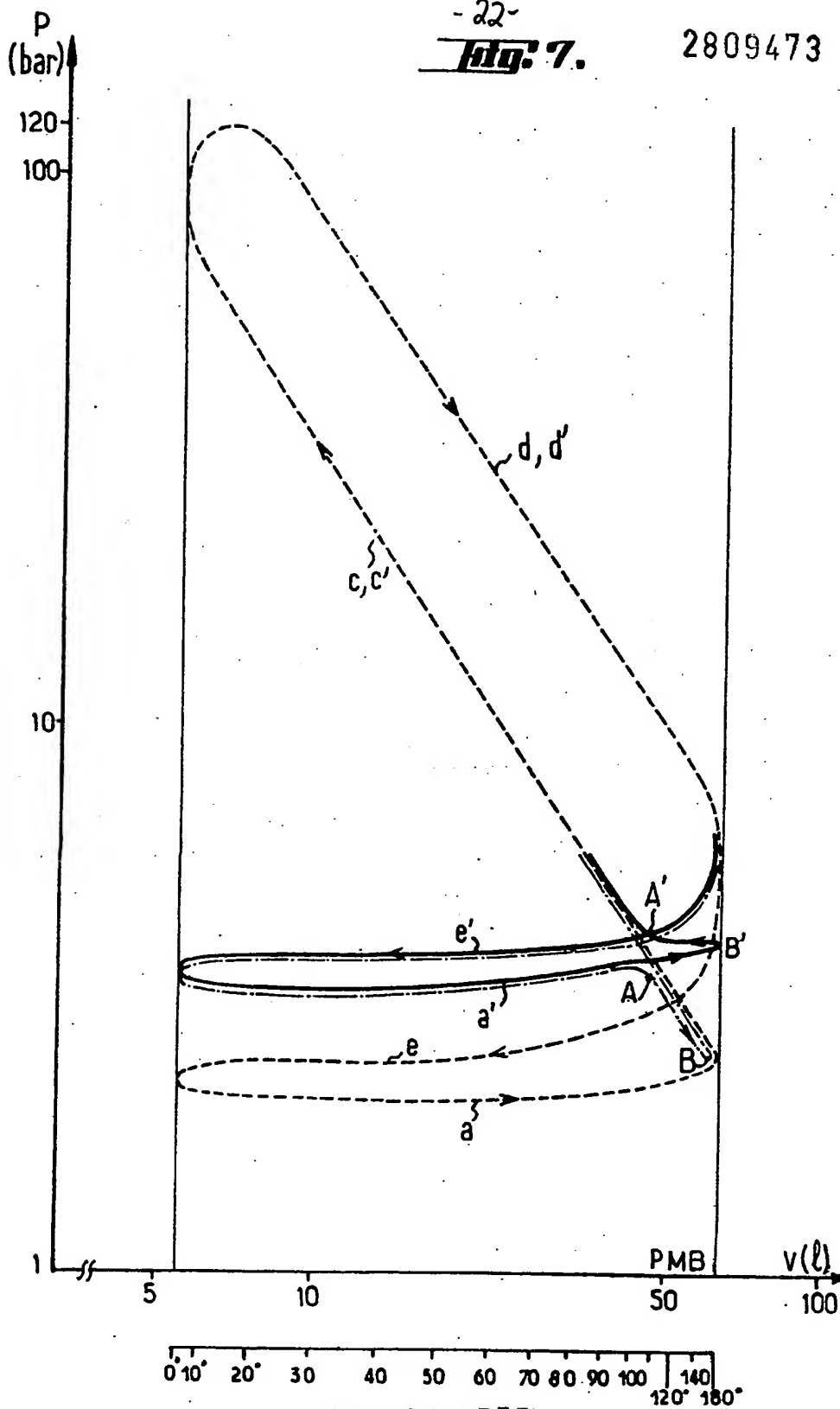
Die vorgenannten Vorteile bezüglich der Spulung der Zylinder, die auf den Einsatz eines Rückschlagventiles zurückzuführen sind, sind ebenfalls im Falle eines nicht aufgeladenen Motors gegeben.

809837/0755

2809473

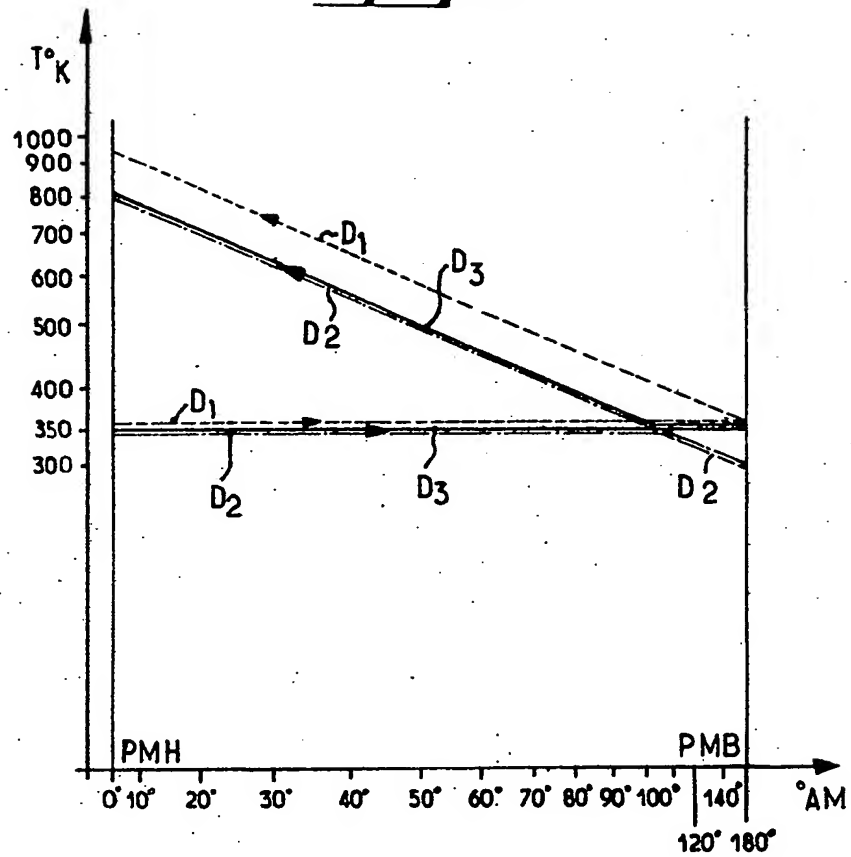






809837/0755

Fig. 8.



2809473

-24-

Fig. 15.

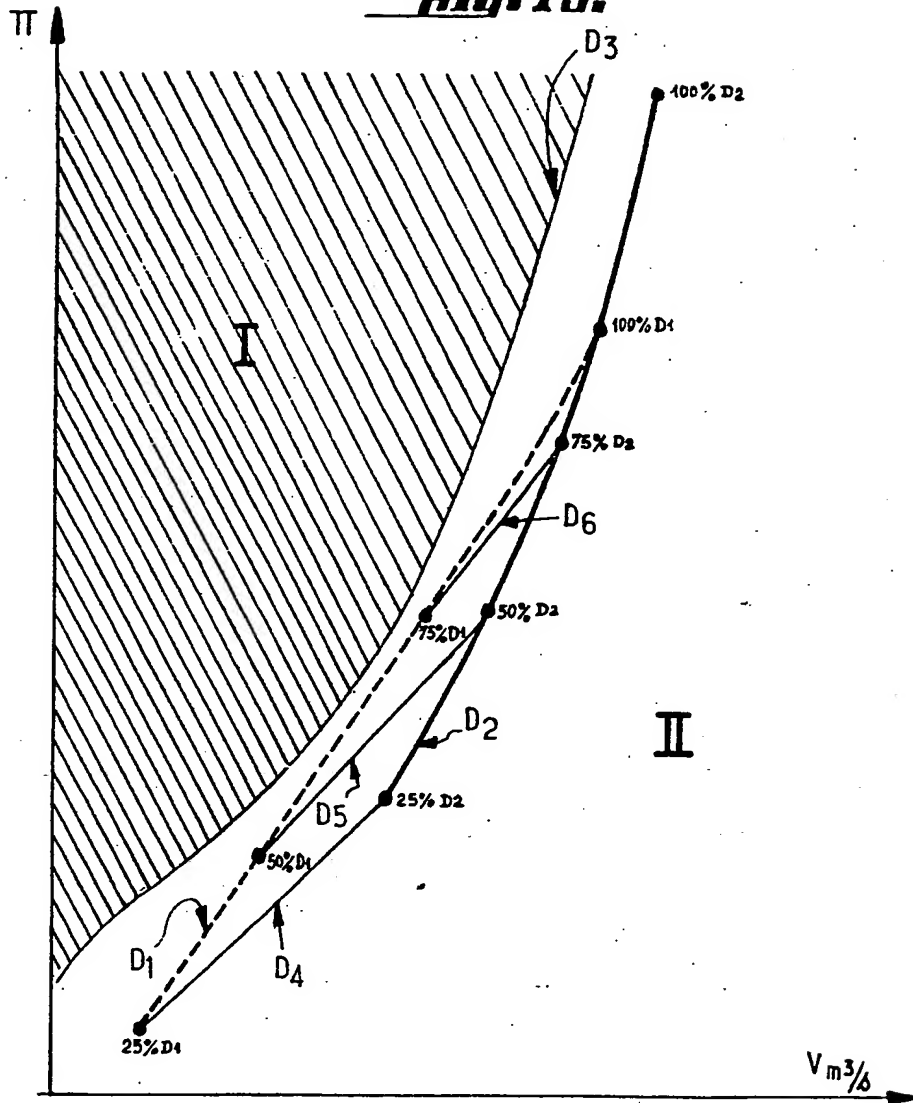
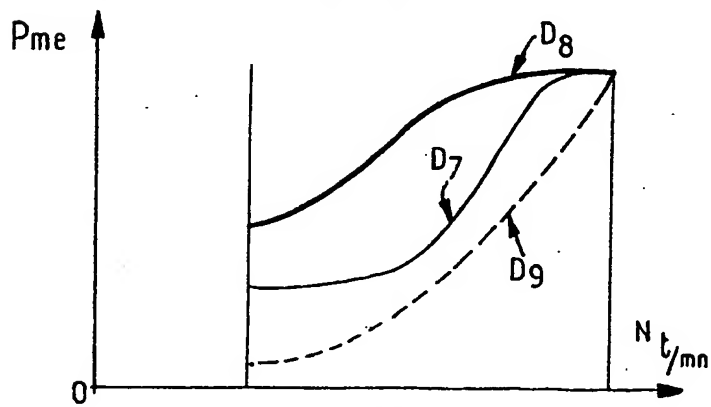


Fig. 16.



809837/0755

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.